

Filière Systèmes industriels

Orientation Infotronics

Travail de bachelor

Diplôme 2019

*Johan Chenaux*

SensorBall for avalanche analysis

|  |  |
| --- | --- |
|  | *Professeur* Alexandra Andersson |
|  | *Expert* Prénom Nom |
|  | *Date de la remise du rapport* 16.08.2019 |

Table des matières

[1 Introduction 3](#_Toc4152618)

[2 Fonctionnalités 3](#_Toc4152619)

[3 Implémentation 3](#_Toc4152620)

[4 Tests 3](#_Toc4152621)

[5 Améliorations futures 3](#_Toc4152622)

[6 Conclusion 3](#_Toc4152623)

# Introduction

La Suisse compte énormément de stations de skis dans ses montagnes. Et, lorsqu’il est question de ski, on pense forcements aux avalanches qui causent de nombreux accidents souvent mortels.

C’est pourquoi il est très important de comprendre les caractéristiques d’écoulement de ces avalanches, ce qui permettrait de déterminer les zones de danger possible. Puis à terme, de planifier des mesures de protection pour garantir au mieux la sécurité de toutes personnes en train de s’adonner à leur passion

De ce fait, un projet appelé SensorBall a été créé. Les SensorBalls sont des balles qui vont mesurer les propriétés des avalanches en cours d’écoulement.

Pour pouvoir faire ces mesures, il va falloir placer les capteurs directement dans la neige et lors du déclanchement de l’avalanche, ils vont se faire ensevelir et prendre nombres de mesures.

## But du projet

Ce projet a pour objectif de retrouver l’emplacement des SensorBalls lorsque l’avalanche a fini de s’écouler.

Pour ce faire il faudra mettre à disposition d’un utilisateur un affichage qui pourra dans un premier temps, détecter la position des balles par rapport à la puissance de la radiation qu’elles émettront. C’est-à-dire que plus la personne se rapprochera d’une des SensorBalls, la puissance reçue par l’appareil de réception sera élevée.

## Taches à réaliser

Pour mener à bien ce projet, plusieurs taches devront etres réalisées :

* La conception des antennes réceptrices. C’est elles qui recevront les données émises par les SensorBalls
* La conception d’un circuit analogique entre les antennes et un microprocesseur.
* Traiter le signal que reçoit le microprocesseur. Il Faut analyser les données reçues pour pouvoir déterminer avec précision la position des SensorsBalls
* Créer un interface graphique facile d’utilisation qui permette de guider facilement la personne vers les balles

# Conception

Afin de pouvoir réaliser cette détection avec précision, 2 antennes seront utilisées.

La première, une antenne logarithmique, sera utilisée pour la détection globale de la position des balles, va aussi permettre de récupérer les données transmises par celles-ci.

La deuxième, une antenne sous forme de boucle, sera utilisée pour détecter avec plus de précision une position

## Antenne log-périodique

### RÃ©sultat de recherche d'images pour "antenne log periodique"Definition

Figure : antenne log-périodique

Une antenne log-périodique est une antenne dont l’impédance et le diagramme de rayonnement sont répétitifs selon une loi logarithmique en fonction de la fréquence. Pour obtenir cette propriété, les dimensions doivent être homothétiques le long de la direction de rayonnement principal.(wikipedia, s.d.)

Le réseau de dipôles log-périodique (log periodic dipole array ou LPDA) est la plus courante, et est celle qui sera utilisée pour la réception du signal

### Design

La directivité en espace libre d’un réseau dipolaire log-périodique (LPDA) est fonction de deux constantes. Son facteur de mise à l’échelle τ et son espacement relatif σ.

En raison des ressources limitées, les antennes log-périodiques radioamateurs sont souvent limitées à des valeurs de τ entre 0,8 et 0,95, avec des valeurs de σ entre 0,03 et 0,06

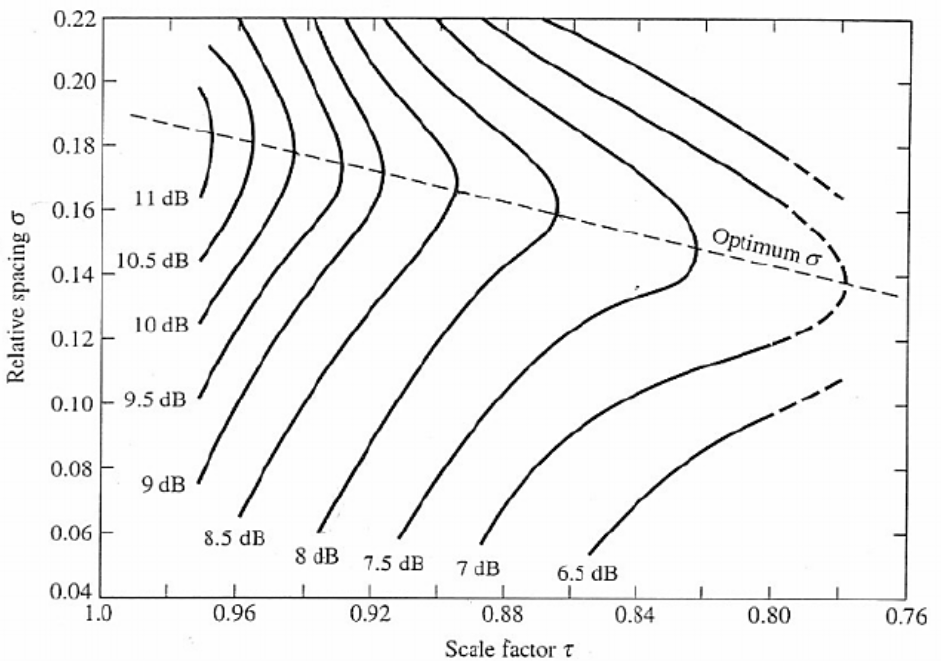


Figure : Directivité constante vs σ et τ

Source : journal of microwave engineering & technologies

ISSN: 2349-9001 © STM Journals 2017

Pour l’antenne à concevoir, la valeur de τ a été définie à 0.8 et celle de σ à 0.095.

Ces valeurs pourront être modifiées si les résultats des simulations ne correspondent pas aux résultats attendus.

Il faut aussi définir une fréquence assez basse pour que les ondes puissent traverser une couche de neige poudreuse et aussi assez haute pour que l’antenne puisse fonctionner avec le moins de pertes possibles.

La fréquence choisie est 434MHz, qui est aussi la fréquence à laquelle les sensorsBalls émettent. Il reste toutefois a vérifier la réele efficacité de cette frequence directement sur le terrain.

La Bande passante B à été definie à ~30MHz.

Maintenant que σ, τ, B et F sont définis, il est possible de calculer :

( 1 )

( 2 )

( 3 )

( )

( )

Voici le schéma 2D permettant de construire une LPDA avec les différents paramètres calculés plus haut :

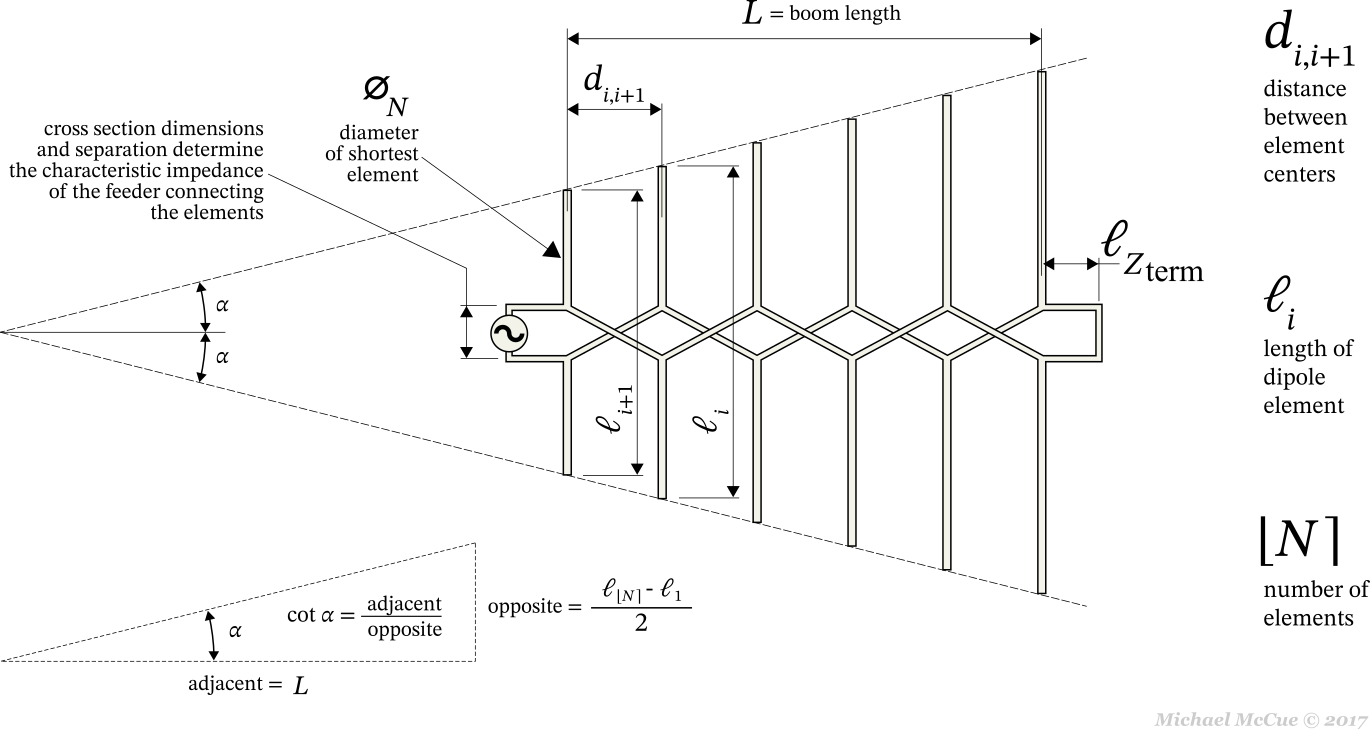


Figure : représentation d'un LPDA

Source : <https://hamwaves.com/lpda/en/index.html>

Le 1er paramètre à calculer est la longueur L de chaque élément de l’antenne grâce aux équations vues plus haut.

L’équation (1) permet de connaitre la fréquence la plus basse à laquelle la reception du signal doit encore être possible.

L’équation (2) perment de trouver la longueur du plus grand des éléments et, avec celui-ci, il devient possible de calculer les autres elements grâce au rapport :𝜏 = ℓ𝑖/(ℓ𝑖−1) comme le montre l’équation (3).

Les resultats de ces calculs ont été consignés dans le tableau suivant et serviront de base pour construire l’antenne.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | L0 | L1 | L2 | L3 |
| Length of dipole element [mm] | 356.89578 | 285.5166 | 228.4133 | 182.7306 |

*Tableau 1: longueur des éléments de l'antenne*

Le 2ème paramètre à calculer est la distance d entre chaque élément.

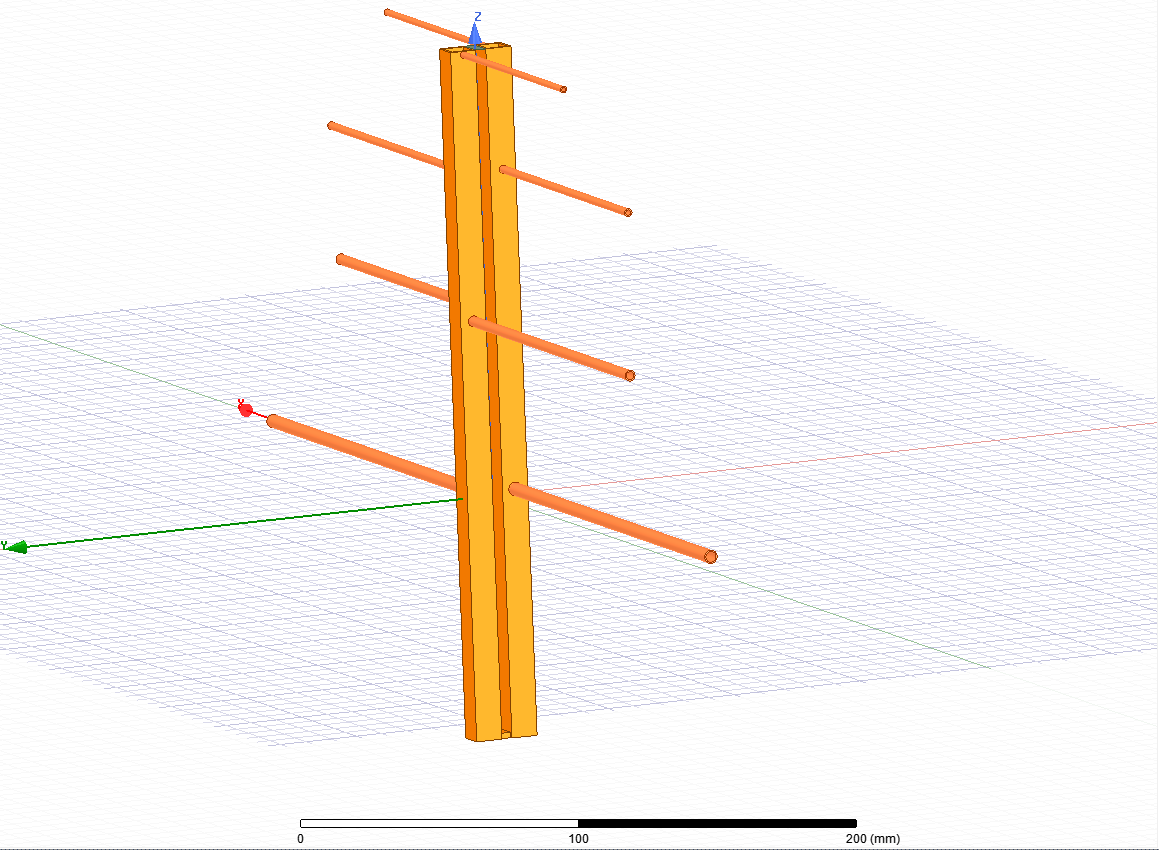


Figure : design final de l'antenne LPDA

### PCB test

### Simulation

## Antenne en boucle (Loop Antenna)

### Definition



L’antenne en boucle une antenne radioélectrique construite avec une simple boucle ou une bobine de fil, de tube ou autre [conducteur électrique](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_conductor). Il en existe plusieurs types distincts. Celle qui sera utilisée est la grande antenne en boucle auto-résonante qui a un diamètre proche de la [longueur](https://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength) d'[onde](https://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength) de la [fréquence de](https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency) fonctionnement et est donc [résonante](https://en.wikipedia.org/wiki/Resonant) à cette fréquence.

# Circuit d’interface

# Programmation

## Logique

## Affichage

# Tests et résultats

# Améliorations futures

# Conclusion